

Предисловие

В сборнике «Горение и взрыв» публикуются материалы ежегодной научной конференции отдела горения и взрыва ИХФ РАН. Как и ранее [1–5], в конференции приняли участие не только сотрудники ИХФ РАН, но и специалисты из других российских научных центров (ИАП РАН, ИНС РАН, ИОХ РАН, ИПМ РАН, ИПМех РАН, ИПХФ РАН, ИСМАН, ИЭПХФ РАН, ОИВТ РАН), научно-производственных организаций (ОАО «ГосНИИ «Кристалл», ОАО «Государственный научно-исследовательский институт машиностроения», РФЯЦ–ВНИИЭФ, ФГУП ЦАГИ, ФГУП ЦИАМ, ФЦДТ «Союз», ФГУП ФНПЦ «Алтай», ФГУП «НИИПМ», Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ») и высших учебных заведений (МГПИ, МГТУ, МГУ, МГУИЭ, МИТХТ, МФТИ, НИЯУ МИФИ, РХТУ, Белгородский государственный университет), а также из научных институтов Национальной академии наук Беларуси (ИТМО НАН Беларуси) и Украины (Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ). В связи с неуклонно растущим объемом публикуемых материалов формат сборника несколько увеличен по сравнению с предыдущими выпусками.

Все материалы, публикуемые в шестом выпуске сборника, прошли через процедуру научного рецензирования и тщательно отредактированы редакционной комиссией. Содержание выпуска отражает круг научных интересов Отдела горения и взрыва ИХФ РАН. Материалы конференции традиционно сгруппированы в сборнике в виде частей, посвященных вопросам горения и детонации газов (Ч. 1), гетерогенных (Ч. 2) и конденсированных (Ч. 3) систем, а также пленарной дискуссии на тему «Результативность моделирования процессов горения и взрыва: эксперимент, теория, расчет» (Ч. 4). В дополнение к научным сообщениям в шестом сборнике продолжается рубрика «Научная публицистика» (Ч. 5).

Часть 1 посвящена вопросам горения и детонации газов.

Арутюнов В. С. и др. провели экспериментальное исследование влияния добавок водорода и начальной температуры на нормальную скорость горения метановоздушных смесей, используя методику бомбы постоянного объема. Показано, что заметное повышение скорости горения можно получить при добавлении в смесь более 20 % (об.) водорода и при повышении начальной температуры выше 100 °С. Определены ограничения, накладываемые экспериментальной методикой на диапазон измеряемых скоростей горения.

Хомик С. В. и др. провели экспериментальные исследования самовоспламенения многокомпонентной смеси 7% H₂ – 10% CO – 2% CO₂ + 81% воздух в ударной трубе нетрадиционной конфигурации, названной авторами трубой многостадийного сжатия. При температуре 700–750 К и давлении 1–2,5 МПа измеренные задержки самовоспламенения оказались на 2–3 порядка короче

расчетных значений, полученных с использованием современного кинетического механизма. Полученный результат авторы объясняют очаговым характером самовоспламенения.

Николаев В. М. и Шмелев В. М. провели теоретическое исследование условий воспламенения ультрабедных и богатых метановоздушных смесей за счет сжатия с применением так называемой тепловой активации — внутренней регенерации тепла в дополнительном устройстве с развитой поверхностью теплообмена. Расчеты проведены на примере установки сжатия со свободным поршнем. Показано, что использование такого устройства позволяет значительно расширить пределы самовоспламенения смеси.

Кузнецов Н. М. и др. разработали методику расчета термодинамических параметров метаноокислородной смеси в камере сгорания жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) до воспламенения, т. е. при поступлении топливных компонентов в камеру и их последующем смешении. Методика продемонстрирована на примерах расчета температуры и давления равновесного состояния богатой и стехиометрической метаноокислородных смесей в окрестности огневого днища ЖРД, а также на примерах расчета плотности таких смесей при (а) заданных значениях общего давления и температур компонентов в камере сгорания и (б) заданных значениях общего давления и равновесной температуры смесей.

Басевич В. Я. и др. разработали детальный кинетический механизм самовоспламенения и горения бинарных смесей ацетилен–аммиак («ацетамов») и его компонентов как в отсутствие кислорода, так и при его наличии. Механизм проверен на известных экспериментальных данных по самовоспламенению, горению и термическому распаду ацетилена, а также по самовоспламенению и горению кислородсодержащих смесей аммиака. Показано, что наибольшей реакционной способностью в ряду ацетамов с содержанием ацетилена от 0% до 100% обладает чистый ацетилен.

Шмелев В. М. определил теоретически и экспериментально критические условия поверхностного горения бедных метановоздушных смесей в горелочном устройстве из двух проницаемых матриц, разделенных щелевым зазором. Показано, что переход от горелочного устройства с одиночной открытой матрицей к щелевой конструкции приводит к увеличению температуры поверхности матрицы и существенно расширяет область устойчивого режима горения.

Билера И. В. и Буравцев Н. Н. экспериментально изучали высокотемпературные (830–1010 °С) термические превращения изобутана в условиях адиабатического сжатия. Показано, что пиролиз изобутана протекает по двум основным направлениям: дегидрирование с образованием изобутилена и распад с образованием пропилена и метана.

В другой работе *Борисова А. А. и др.* экспериментально исследовано самовоспламенение и горение богатых (коэффициент избытка окислителя $\alpha = 0,3$) кислородных смесей *n*-бутана и изобутана в статической уста-

новке перепускного типа при начальных давлениях 1 ата и температурах до 780 К. Установлена область отрицательного температурного коэффициента константы скорости реакции и измерены выходы сажи в режиме горения в смесях с метаном.

Медведев С. Н. и др. проверили эффективность существующих процедур ускорения кинетических расчетов при решении многомерных газодинамических задач. Проведены расчеты рабочего процесса в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) с гомогенным зарядом и зажиганием от сжатия без применения и с применением метода динамической табуляции и сокращения кинетических механизмов. Показано, что эффективность метода возрастает с увеличением объема кинетического механизма.

Рябиков О. Б. приводит обзор методов активации самовоспламенения топлива в поршневых двигателях за счет рециркуляции остаточных газов применительно к ДВС с контролируемым самовоспламенением смеси.

Гольцев В. Ф. и Гомзякова И. И. провели теоретическое исследование отклика эмиссии СО на мгновенное изменение внешних условий горения метановоздушных смесей, используя модель стадийного сжигания топлива, основанную на детальном кинетическом механизме. Показано, что при снижении температуры и давления продуктов горения вследствие конвективного охлаждения стенок камеры сгорания газотурбинной установки (ГТУ) или разбавления смеси воздухом концентрация СО изменяется нелинейно, причем может и уменьшаться, и увеличиваться.

Рахметов А. Н. и др. разработали концептуальную схему камеры сгорания ГТУ для работы при давлениях до 10 атм со сверхнизким уровнем эмиссии вредных веществ, высокой удельной плотностью потока энергии, высокой эффективностью конверсии горючего, низким уровнем теплопотерь и с возможностью использования низкокалорийных топлив, например биогаза.

Безгин Л. В. и др. провели расчеты эмиссии оксидов азота в модельной камере сгорания высокоскоростного воздушно-реактивного двигателя (ВРД), работающего на водороде, при числе Маха полета от 8 до 12 и показали, что эмиссия NO превышает соответствующие показатели для обычных современных ВРД, использующих в качестве топлива керосин.

Власенко В. В. и Ширяева А. А. провели сравнительные расчеты характеристик воздушно-реактивного импульсно-детонационного двигателя (ИДД) и прямоточного ВРД с одинаковыми входными устройствами, площадями миделева сечения, расходами воздуха и топлива и показали, что модельный однорежимный ИДД выбранной схемы оказался менее эффективен, чем ПВРД.

Далее следует 5 работ *Фролова С. М. и др.*

В первой работе с помощью двумерных численных расчетов авторы показали, что по своим потенциальным возможностям ИДД — уникальный тип прямоточной силовой установки, которая может использоваться как в

дозвуковых, так и в сверхзвуковых летательных аппаратах. На конкретных примерах (дозвуковой полет с числом Маха 0,8 на малых высотах и сверхзвуковой полет с числом Маха 5,0 на высоте 28 км) показано, что по таким тяговым характеристикам, как удельный импульс и удельная тяга, ИДД выбранной конструкции существенно превосходит ПВРД.

Во второй работе с помощью трехмерного численного моделирования доказана возможность интеграции камеры сгорания с непрерывной детонацией (КСНД) в газотурбинный двигатель (ГТД) и спроектировано входное устройство-изолятор, обеспечивающее демпфирование пульсаций давления за последней ступенью компрессора ГТД.

В третьей работе впервые экспериментально реализован циклический (с частотой до 2 Гц) импульсно-детонационный рабочий процесс в скоростном горелочном устройстве в условиях отдельной подачи топливных компонентов — природного газа и воздуха. Сообщается, что результаты исследований будут использованы при разработке промышленного горелочного устройства нового типа для скоростного нагрева и фрагментации, совмещающего комбинированное воздействие на объекты, обдуваемые продуктами горения: тепловое и ударно-волновое (механическое).

В четвертой работе измерены стационарные температуры элементов конструкции горелки импульсно-детонационной скоростной (ГИДС), работающей на смеси природного газа с воздухом, при долговременных (до 300 с) испытаниях опытного образца в импульсно-детонационном режиме с частотой 2 Гц без принудительного охлаждения. Полученные результаты показывают, что принудительное охлаждение ГИДС, вообще говоря, требуется только на тех участках горелочного тракта, через которые циклически «пробегают» волна детонации.

В пятой работе *Фролова С. М. и др.* впервые экспериментально зарегистрирован магнетогидродинамический (МГД) эффект от импульсной гетерогенной (капельной) детонации. В качестве генератора детонационных импульсов авторы использовали созданный ими импульсно-детонационный жидкостный ракетный микродвигатель (микро-ИДД), обеспечивающий калиброванные импульсы тяги с частотой до 150–200 Гц. Во всех экспериментах на секционированных электродах МГД-канала наблюдалась устойчивая генерация электродвижущей силы (ЭДС) с частотой, задаваемой работой микро-ИДД.

Семенов И. В. и др. на основе математической модели движения многофазной, многокомпонентной, двухскоростной газопороховой среды, учитывающей горение пороха и межфазные взаимодействия, провели численные расчеты осесимметричного внутрибаллистического процесса в ствольной установке с модельным дульным тормозом. Получены картины течения пороховых газов в дульном тормозе, а также изменение во времени давления у затвора, скорости метаемого тела и уровня избыточного давления на некотором расстоянии от дульного среза.

Басевич В. Я. и др. разработали эффективный численный алгоритм, основанный на методе совместных функций плотности распределения вероятностей скорости и скаляров, позволяющий решать многомерные задачи о местоположении и времени возникновения вторичной вспышки при выстреле, вызванной химическими реакциями продуктов превращения пороха (СО и Н₂) с окружающим воздухом. Демонстрационные расчеты показали, что вторичная вспышка возникает в виде последовательности локализованных актов самовоспламенения в горячих точках, образованных в результате смещения пороховых газов с ударно сжатым воздухом, а также благодаря ударному сжатию смеси в местах столкновения ударных волн.

Скилондь А. В. и Пенязьков О. Г. в экспериментах на ударной трубе исследовали закономерности развития бифуркационной структуры в воздухе и в аргоне с увеличением числа Маха падающей ударной волны и в зависимости от расстояния до закрытого торца трубы как на гладкой, так и на шероховатой цилиндрической поверхности. Авторы делают выводы о возможности использования шероховатой поверхности для стабилизации пристеночного течения, а также о различии механизмов развития бифуркационной структуры вблизи плоской и цилиндрической поверхностей.

Тюрин Ю. Н. и др. разработали многокамерный газодинамический ускоритель порошков для детонационного нанесения покрытий из нанокomпозиционных материалов, в том числе из порошка титана, на поверхность изделий из алюминия, а также из порошков никельсодержащих сплавов на поверхность стали. Испытания ускорителя показали, что он обеспечивает высокую скорость порошкового материала (> 1000 м/с) без его перегрева, а получаемые покрытия имеют низкую пористость ($< 1\%$), высокую адгезионную и когезионную прочность и могут быть использованы для защиты конструктивных элементов от коррозии и износа.

Байков А. В. рассматривает различные аспекты регулирования работы топливной батареи в гибридной энергетической установке, включающей турбокомпрессор и батарею твердооксидных топливных элементов. Показано, что изменение электрической мощности топливной батареи определяется границей допустимых режимов работы реактора-конвертора в условиях пониженного расхода реакционных сред и величиной тепловых утечек из активной зоны батареи.

Часть 2 посвящена вопросам горения и детонации гетерогенных систем.

Лидский Б. В. и др. на простых примерах двумерных и одномерных двухфазных течений показали, что для обеспечения корректности смешанной эволюционно-краевой задачи и ее дискретного аналога необходимо, чтобы в системе уравнений присутствовали разные давления фаз, а при численном решении задачи использовался алгоритм с одновременным решением, по крайней мере, некоторых линеаризованных уравнений гидродинамики.

Гуренцов Е. В. и др. экспериментально исследовали динамику изменения температуры и оптической плотности конденсированной фазы, а также размеров углеродных наночастиц при пиролизе смесей бензола и ацетилен в аргоне за ударными волнами в диапазоне температур 1600–2500 К и давлений 3–8,5 атм.

Агафонов Г. Л. и др. провели экспериментальные и расчетные исследования образования частиц сажи при пиролизе и окислении смесей ацетилен в аргоне за отраженными ударными волнами. Показано, что разработанная авторами кинетическая схема термического разложения и окисления ацетилен с образованием зародышей частиц сажи различных типов и их последующей конденсации в частицы сажи качественно и количественно описывает экспериментальные данные.

Сторожев В. Б. и Ермаков А. Н. провели теоретическое исследование образования аэрозоля оксида алюминия при сгорании алюминия в парах воды и влияния частиц аэрозоля на скорость горения. Показано, что скорость химических превращений при горении газообразного алюминия в парах воды при начальной температуре 2700 К значительно превосходит скорости конденсационных процессов, поэтому процесс коагуляции частиц аэрозоля оказывает существенное влияние лишь на конечное распределение частиц по размерам.

Шмелев В. М. и Финяков С. В. экспериментально исследовали закономерности сопряженного горения составов на основе алюминиевого порошка, кристаллогидрата и минерального окислителя (в том числе аммиачной селитры) при давлении до 90 атм. Для генерации водорода, необходимого для организации сопряженного горения, использовались смеси на основе кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и коммерческого порошка алюминия марки ПАП-2.

В другой работе *Шмелев В. М. и Финяков С. В.* экспериментально исследовали особенности горения смесей порошка чешуйчатого алюминия ПАП-2 микронного размера с обычной водой в условиях бомбы постоянного объема, полужамкнутого объема и при изначально разделенных компонентах. Обнаружены ранее не наблюдавшиеся особенности горения таких систем.

Дубовик А. В. и др. разработали методику определения пожароопасных свойств аэрозолей органических материалов. Для трех исследованных веществ — резорцина, гидрохинона и уротропина микро- (размер частиц до 100 мкм) и наноразмерных (до 100 нм) фракций измерены давление продуктов горения, максимальная скорость нарастания давления, линейная и массовая скорости распространения пламени, а также нижний концентрационный предел горения.

Миронов В. Н. и Пенязьков О. Г. усовершенствовали экспериментальную установку для изучения горения древесной пыли в воздухе, существенно повысив однородность полей скорости и концентрации частиц в пылевоздуш-

ной смеси перед ее зажиганием. На новой установке проведено исследование горения богатых смесей сосновой пыли размером от 50 до 100 мкм.

Крупкин В. Г. и др. предложили модель распространения пульсирующего фронта разложения в активных огнезащитных вспучивающихся составах, основанную на предположении, что такие режимы возникают вследствие наличия экзотермической стадии в суммарно эндотермических реакциях разложения. Получены формулы для изменения толщины карбонизированного каркаса со временем, а также для времени, в течение которого огнезащитный состав изолирует изделие от воздействия пожара.

Чуйко С. В. на основе собственных экспериментов и данных других исследователей рассмотрел влияние размера частиц катализатора на процесс горения смесевых твердых ракетных топлив: при уменьшении размеров частиц катализаторов эффект ускорения горения наблюдается только до некоторого предела размеров, после которого дальнейшее измельчение катализатора не приводит к ускорению горения. Автор предложил объяснение наблюдаемого эффекта.

Муравьев Н. В. и др. экспериментально изучали каталитический эффект оксида титана на термическое разложение октогена, изменяя удельную поверхность и содержание частиц TiO_2 в смесевом составе. Для выяснения механизма каталитического воздействия использовался метод масс-спектрометрии, совмещенный с термическим анализом.

Моногаров К. А. и др. провели экспериментальные исследования распространения реакции в термитном составе Mg/Fe_2O_3 в закрытых и полужакрытых стальных трубках при разных избыточных давлениях с целью выяснения механизма процесса.

Ермолаев Б. С. и др. продолжили экспериментальные исследования комбинированной схемы выстрела с использованием в качестве присоединенного заряда высокоплотного заряда конвективного горения. Варьируя свойства присоединенного заряда, авторы попытались получить как можно больший прирост дульной скорости для двух метаемых тел разной массы.

Храповский В. Е. и др. экспериментально исследовали условия возникновения конвективного горения и его развития до взрывного процесса в порошкообразных смесях нитрата аммония с алюминием. Показана высокая взрывоопасность мелкодисперсных смесей аммиачной селитры с алюминием: конвективное горение в них может возникать при низких давлениях ~ 1 МПа, а критическая высота слоя, при которой возникает взрыв, составляет ~ 30 мм.

С помощью микротермопарной методики *Зенин А. А. и др.* измерили распределения температуры по зонам стационарного горения прессованных таблеток чистого перхлората аммония (ПХА), таблеток с небольшими добавками горючего, и двух смесевых порохов на основе ПХА (70% и 83%). Показано, что разложение ПХА является лимитирующим фактором для скорости горения таких смесевых систем.

В другой работе *Зенин А. А. и др.* на основе экспериментально полученных распределений температур по зонам горения чистого ПХА и смесей ПХА с горючими рассчитали функции скоростей тепловыделения и обсудили основные особенности механизма горения этих веществ. Характер изменения функций скорости тепловыделения по зоне горения назван авторами каскадным.

Рашковский С. А. и Долгобородов А. Ю. предложили модель горения теплопроводящей пленки (например, металлических чешуек), на поверхности которой распределены дискретные химически активные очаги (например, частицы окислителя). Подразумевается, что модель применима к условиям механоактивации алюминиевой пудры с оксидом молибдена или перхлоратами калия или аммония.

Кушнаренко И. В. представил результаты расчетов удельного импульса тяги в выходном сечении сопла ЖРД и плотности топливной смеси для бинарных систем: жидкий водород – жидкий кислород, гидразин – азота тетраоксид (АТ), несимметричный диметилгидразин – АТ, гидрид алюминия (ГА) – жидкий кислород, ГА–АТ, углеводородное горючее с условной формулой C_nH_m – жидкий кислород, пентаборан – жидкий кислород и пентаборан–АТ при одинаковых значениях давления в камере сгорания и степени расширения сопла.

Яновский Л. С. и др. провели расчеты изменений термодинамических функций в твердооксидном топливном элементе по реакции окисления водорода и применительно к топливному элементу, где эта реакция происходит, и показали, что известное уравнение Нернста для расчета ЭДС топливного элемента нуждается в уточнении.

Часть 3 посвящена вопросам горения и детонации конденсированных систем.

Маршаков В. Н. и Пучков В. М., решая обратную задачу внутренней баллистики, рассчитали нестационарную скорость горения заряда твердого топлива при переходных режимах работы экспериментальной модели ракетного двигателя на твердом топливе, в которой переходные процессы создавались вскрытием дополнительного сопла. Показано, что возможность превышения нестационарной скорости над квазистационарной — вопрос, требующий дополнительных исследований.

Дорофеева О. В. и др. оценили точность метода изодесмических реакций при расчете энтальпии образования некоторых высокоэнергетических азотсодержащих соединений с помощью квантово-химического метода Gaussian-4 (G4), сравнив полученные значения с имеющимися экспериментальными данными.

Сунцова М. А. и Дорофеева О. В. проанализировали точность экспериментальных значений энтальпии образования большого числа нитросоеди-

нений, нитраминов, азидов и некоторых других высокоэнергетических соединений, используя метод изодесмических реакций.

Конькова Т. С. и др. измерили энергии сгорания, рассчитали энтальпии образования и оценили энергию солеобразования для аммониевых солей 3,4-динитропиразола, 3,5-динитропиразола, 2,4-динитроимидазола и 4,5-динитроимидазола.

Матюшин Ю. Н. и др. измерили энергии сгорания и получили энтальпии образования в стандартном состоянии производных 1,5 и 2,5 изомеров тетразола. На основе полученных и имеющихся в литературе данных проведен термохимический анализ влияния химической природы и места присоединения функциональных групп на величины энергий изомеризации в изомерах тетразола.

Мирошниченко Е. А. и др. предложили новую методику расчета энергий диссоциации связей C–NO₂ в циклических соединениях на основе экспериментальных величин разностей энтальпий образования из атомов (энтальпий атомизации) нитро- и соответствующих алкилпроизводных для линейных и циклических соединений. С помощью методики определены энергии диссоциации связей C–NO₂ в 3-метил-4-нитрофуразане и в 3-бутил-4-нитрофуразане.

Губин С. А. и др. разработали модель, позволяющую получить уравнение состояния корундоциркониевой керамики на основе известных уравнений состояния для компонентов керамики Al₂O₃ и ZrO₂. Полученное уравнение состояния использовано для оценки термодинамических, теплофизических и упругомеханических свойств керамических материалов, в том числе при высоких давлениях и температурах.

Бостанджиян С. А. и др. провели экспериментальное и теоретическое исследование электротеплового взрыва в гетерогенной безгазовой смеси Ti + C, помещенной в электропроводную дисперсную среду в условиях действия постоянной нагрузки. Показано, что температурный режим нагрева гетерогенного образца и электропроводной среды зависит от величины приложенного давления.

Неделько В. В. и др. на основе изучения кинетики термического разложения фуразанотетразиндиоксида манометрическим, термогравиметрическим и калориметрическим методами предложили механизм его термического разложения и идентифицировали продукты реакции.

Кузнецов Г. П. и др. с помощью дериватографии и капельным методом исследовали термохимические особенности неизотермического разложения органических и неорганических жидких азидов — пересыщенных водных растворов азидата натрия и четырех типов жидких олигоглицидилазидов.

Синдичкин В. П. и др., используя бомбу постоянного давления, тонкие термодпары, дифференциально-сканирующий калориметр и манометр Бурдона, исследовали термическое разложение азо- и азоксифуразанов в неизотер-

мических и изотермических условиях в интервале давлений 0,1–10 МПа в атмосфере азота.

Воронько О. В. и др. экспериментально определили теплоты взрывчатого превращения (ТВП) смесей малочувствительных взрывчатых веществ (МЧВВ) — диаминодинитроэтилена, нитротриазолона, динитрогликольурила и биспиперазинафуразана — с гексогеном и предложили новый метод определения ТВП МЧВВ.

Махов М. Н. измерил и рассчитал теплоты взрыва, а также оценил метательную способность алюминизированных смесей, содержащих СL-20 в качестве взрывчатой основы. Для приготовления смесей использовались порошки алюминия со средним размером 7 и 0,1 мкм, а измельченный порошок СL-20 имел размер частиц 30–50 мкм.

Матвеев А. А. и др. провели экспериментальные и расчетные исследования влияния содержания металлического горючего (Al) и окислителя (ПХА) в рецептуре модельного многокомпонентного литьевого взрывчатого состава на его взрывчатые характеристики и дробящее действие.

Долгобородов А. Ю. и др. разработали технологию создания механоактивированных композитов на основе Al и перхлората калия (ПХК) и экспериментально исследовали горение таких композитов и переход во взрыв. В качестве исходных материалов использовались штатный порошок ПХК (50–100 мкм) и порошки Al: пудра ПП-2 (пластинчатые частицы 50–200 мкм толщиной 2–5 мкм) и наноразмерный Al с удельной поверхностью 8 м²/г и средним размером частиц 280 нм.

Денисаев А. А. и др. экспериментально исследовали параметры инициирования порошковых смесей тефлона с алюминием при ударе на копре и установили роль механоактивации в этом процессе. Сделан вывод о механохимической природе инициирования композиций тефлон/алюминий: в условиях быстрой сдвиговой деформации образуются химически активные продукты механодеструкции тефлона, способные поджечь любую, сколь угодно малую частицу алюминия.

Янковский Б. Д. и Милявский В. В. на основе анализа собственных экспериментальных данных предложили обобщенную зависимость скорости детонации гексогена от диаметра и плотности заряда.

Бармин А. В. и др. провели комплексное экспериментальное изучение процесса фрагментации стандартных осколочных цилиндров закрытого типа № 12, изготовленных штамповкой из стали марки С-60. Определены начальные скорости и меридиональные углы разлета фрагментов цилиндров, снаряженных взрывчатыми составами ОЛД-20 и ГЛА-15. Построены соответствующие распределения скоростей движения осколков по углу разлета и выполнено сравнение данных, полученных различными методами.

В другой работе *Бармина А. В. и др.* проведен анализ результатов статистической обработки осколочных спектров цилиндров закрытого типа № 12, снаряженных различными ВВ, и рассмотрена возможность установле-

ния корреляционных зависимостей массово-числовых характеристик осколочных спектров от свойств ВВ.

Часть 4 включает некоторые материалы пленарной дискуссии на тему «Результативность моделирования процессов горения и взрыва: эксперимент, теория, расчет». Цель дискуссии — обсудить современные подходы к повышению результативности теоретического и экспериментального моделирования процессов горения и взрыва с примерами решения различных практических задач. В дискуссии приняли участие ведущие специалисты ИХФ РАН: Долгобородов А. Ю., Зенин А. А., Клименко В. Ю., Трошин К. Я., Фролов С. М. и др.

В **Части 5** мы публикуем статью А. А. Сулимова о своем учителе — выдающемся советском ученом, заведующем лабораторией взрывных процессов ИХФ АН СССР профессоре Александре Федоровиче Беляеве, а также заметку академика Я. Б. Зельдовича о А. Ф. Беляеве, написанную по случаю семидесятилетия со дня его рождения.

Я признателен всем сотрудникам Отдела горения и взрыва ИХФ РАН и коллегам из других организаций за активное участие в научной конференции и ответственное отношение к подготовке материалов, публикуемых в сборнике. Неоценимое значение для качества сборника имели отзывы рецензентов и работа моих коллег по редакционной комиссии: А. А. Борисова, Б. С. Ермолаева и А. А. Сулимова. С особой благодарностью отмечаю поддержку и полезные советы со стороны академика А. А. Берлина и академика А. Г. Мержанова. Как и в прошлые годы, всю работу по подготовке и изданию сборника выполнил в срок и с высоким качеством замечательный коллектив издательства ТОРУС ПРЕСС, и я с удовольствием отмечаю их высокий профессионализм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 13-08-0603г).

Литература

1. Горение и взрыв / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2008. Вып. 1. 112 с. ISBN 5-978-94588-056-6.
2. Горение и взрыв / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2009. Вып. 2. 192 с. ISBN 978-5-94588-062-7.
3. Горение и взрыв / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2010. Вып. 3. 344 с. ISBN 978-5-94588-072-6.
4. Горение и взрыв / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2011. Вып. 4. 448 с. ISBN 978-5-94588-097-9.
5. Горение и взрыв / Под общ. ред. С. М. Фролова. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2012. Вып. 5. 510 с. ISBN 978-5-94588-109-9.

Москва

С. М. Фролов